

Continuous on-stream monitoring of cooling tower water.

Patent Number: ☐ EP0365815, B1, B2
Publication date: 1990-05-02
Inventor(s): HOY WAYNE H; HICKEY JAMES J; HOOTS JOHN E; JOHNSON DONALD A;
MORIARTY BARBARA E
Applicant(s): NALCO CHEMICAL CO (US)
Requested
Patent: ☐ JP2115697
Application
Number: EP19890116987 19890913
Priority Number
(s): US19880258131 19881014
IPC
Classification: G01N33/18
EC Classification: G01N33/18
Equivalents: BR8905215, CA1334772, DE68914581D, DE68914581T, ES2055771T,
GR3031757T, JP2771611B2, ☐ US4992380
Cited patent(s): EP0225115; GB2143638; US4783314; US4659676; EP0062306

Abstract

The performance of a treating agent added to a body of water employed in a cooling tower is continuously monitored by real-time analysis of a spectral or chemical characteristic of an inert tracer proportioned to the treating agent, said characteristic being indicative of tracer concentration, and converted to a voltage analog. The voltage analog is compared to a monitor value representing par performance and if performance is nonstandard (nonpar) a signal is generated which alters the output of a pump which feeds the dosage of treating agent containing proportioned tracer.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑫ 公開特許公報(A)

平2-115697

⑬ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)4月27日

F 28 G 13/00
B 01 D 5/00
C 23 F 11/00

A 7715-3L
7308-4D
Z 7179-4K

審査請求 未請求 請求項の数 20 (全26頁)

⑮ 発明の名称 クーリングタワーの水の連続的オンストリームの監視装置

⑯ 特 願 平1-179200

⑰ 出 願 平1(1989)7月13日

優先権主張 ⑱ 1988年10月14日 ⑲ 米国(US) ⑳ 258131

㉑ 発 明 者 パーバラ イー、モリ アメリカ合衆国、イリノイ 60540、ネイバービル、カン
アテイ トリー レイクス ドライブ 1616
㉒ 発 明 者 ジェームス ジェイ、 アメリカ合衆国、イリノイ 60463、バロス ハイッ、マ
ヒツキー ニトパ ドライブ 7534
㉓ 発 明 者 ウェイン エイチ、ホ アメリカ合衆国、イリノイ 60459、パーバンク、サウス
イ ナグル 7936
㉔ 出 願 人 ナルコ ケミカル カ アメリカ合衆国、イリノイ 60566-1024、ネイバービ
ンパニー ル、ワン ナルコ センター (番地なし)
㉕ 代 理 人 弁理士 青 木 朗 外4名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

クーリングタワーの水の連続的オンストリー
ム監視装置

2. 特許請求の範囲

1. 水のオンストリームを熱交換の役割において使用する冷却水システムにおいて、前記システムへの補充水の添加の源ならびに前記システムからのブローダウン水の除去の源が存在し、水を拘束する機器の腐食またはスケーリングを起こし得る水中の不純物を処理剤の導入により抑制し、前記処理剤は前記システム内におけるその抑制の役割において消耗し、前記処理剤はトレーサーとともに比例的に導入され、前記トレーサーは機器および化学品を包含する前記システムに対して不活性であり、

フローセルを有するアナライザーを包含する装置を備え、前記フローセルは循環するオンストリームの水のサンプルを受け、且つ前記トレーサーの濃度を示す特性を感知し、前記アナライザーは

前記特性を電圧に変換する変換器を有し、

前記電圧の~~アナログ~~を受け、且つそれを前記処理剤の消費における基準の挙動を構成する標準的なトレーサー濃度を表す電圧の標準値と連続的に比較するモニターを備え、前記モニターは、前記比較が標準的でない挙動を確立したときに出力信号を発生し、

比例した処理剤およびトレーサーを所定の投与量で導入するためのポンプ装置を備え、前記出力信号は前記ポンプ装置を制御して前記投与量を変更するようにしたことを特徴とする冷却水システム。

2. トレーサーの特性は電磁輻射でサンプルを照明することにより発生させる請求項1に記載のシステム。

3. 前記トレーサーは蛍光性であり、そしてサンプルはセラミックシリンダーの形態のフローセルに通過させ、前記シリンダーは光に対して透明であり、そして照明されるので、前記トレーサーの放射率を測定することができる請求項2に記載

のシステム。

4. 前記処理剤の標準の濃度はppmの前以て決定した範囲内にあり、前記モニターは比例したトレーサーの濃度によりその範囲を限定および規定する調節可能な低い設定点および高い設定点を有し、前記モニターは、低い設定点に到達したときに出力信号を発生してポンプ単位装置の出力を増加し、そして高い設定点に到達したときに増加したポンプ装置の出力を中止する信号を発生する請求項1に記載のシステム。

5. 前記ポンプ装置は、前記処理剤およびトレーサーの投与量の主要部分を供給するように絶えず作動するメインポンプ、および残りの投与量を供給するように前記信号により制御されたトリムポンプからなる請求項4に記載のシステム。

6. フローセルは冷却水のオンストリームのサンプルが通過するサンプルライン中にあり、

バイパスラインおよび関係する弁を備え、これらはフローセルへのオンストリームの水のサンプルを拒否し、且つ拒否した水のサンプルを転向さ

せて循環水系へ戻して、洗浄および校正の達成を可能とし、

洗浄水および引き続いてゼロパーセントの校正水を前記フローセルに通過させると同時に、前記装置をゼロパーセントの処理剤に校正するラインを含み、

オンストリームの処理のための100パーセントの標準の投与量を表す定量された投与量の処理剤およびトレーサーを前記フローセルに通過させるとともに前記装置を校正するラインを含む請求項1に記載のシステム。

7. 循環する水のオンストリーム源をサンプルとして抜き出し、前記サンプルをフローセルに通過させてその中で分析し、そして分析したサンプルを前記ストリーム中に戻すためのサンプルラインを含む請求項1に記載のシステム。

8. 水のオンストリームを熱交換の役割において使用する冷却水システムにおいて、1つのシステムのパラメーターとして前記システムへの補充水の添加の源ならびに他のシステムのパラメータ

ーとして前記システムからのブローダウン水の除去の源が存在し、水を拘束する機器の腐食またはスケーリングを起こし得る、水中の不純物を前記システムの第3パラメーターとして処理剤の導入により抑制し、前記処理剤は前記システム内におけるその抑制の役割において消耗し、前記システムはポンプ装置を含み、前記ポンプ装置はトレーサーと比例的に前記処理剤を所定の投与量で水に供給し、前記トレーサーは機器および化学品を包含する前記システムに対して不活性であり、

処理剤の挙動を連続的に監視する方法であって、水のオンストリームのサンプルをフローセルに通過させ、そしてその中でトレーサーの濃度を示す特性を連続的に感知し、

前記特性を電圧値に変換し、

前記電圧値と前記処理剤の消費において基準の挙動を構成する標準的なトレーサーの濃度を表す電圧の標準値を常に比較し、

前記比較が標準的でない挙動を示したときに前記システムを基準の挙動に回復させるために前記

パラメーターの1つを変更するステップからなることを特徴とする処理剤の挙動を連続的に監視する方法。

9. 前記トレーサーの特性は光度計でサンプルを照明することによって発生した放射エネルギーである請求項8に記載の方法。

10. 前記トレーサーは蛍光であり、そして光に対して透明でありかつ光により照明される石英のシリンダーにサンプルを通過させるステップを含む請求項9に記載の方法。

11. 前記比較が処理剤について標準的でない挙動を確立したときに出力信号を発生し、そして標準的な挙動に到達するまで前記出力信号を使用してポンプ装置の出力を変更するステップを含む請求項8に記載の方法。

12. 前記ポンプ装置は、前記処理剤およびトレーサーの投与量の主要部分を供給するように絶えず作動するメインポンプ、および残りの投与量を供給するトリムポンプからなり、そして前記出力信号を使用して前記トリムポンプを制御するステ

ップを含む請求項11に記載の方法。

13. それぞれ標準のppm 処理剤の範囲を限定する低い電圧値および高い電圧値の間に存在する電圧の標準値を選択し、前記電圧値が低い電圧値以下であるとき、前記ポンプの出力を増加し、そして前記電圧値が高い電圧値以上であるとき、ポンプの出力の減少させるステップを含む請求項8に記載の方法。

14. 水のオンストリームを熱交換の役割において使用する熱交換システムにおいて、1つのシステムのパラメーターとして前記システムへの補充水の添加の源ならびに他のシステムのパラメーターとして前記システムからのブロウダウン水の除去の源が存在し、水を拘束する機器の腐食またはスケーリングを起こし得る、水中の不純物を前記システムの第3パラメーターとして処理剤の導入により抑制し、前記処理剤は前記システム内におけるその抑制の役割において消耗し、前記処理剤はポンプ装置によりトレーサーとともに比例的に導入され、前記トレーサーは機器および化学品を

包含する前記システムに対して不活性であり、

アナライザーを包含して前記処理剤の挙動を連続的に監視する装置を備え、前記アナライザーは連続的サンプリングの水を受け、且つ前記トレーサーの濃度を示す特性を連続的に感知し、前記アナライザーは前記特性を電圧値に連続的に変換する変換器を有し、

前記電圧のアナログを受け、且つそれを前記処理剤の消費における基準の挙動を構成する標準的なトレーサー濃度を表す電圧の標準値と連続的に比較するモニターを備え、

前記比較に応答し、前記処理剤の標準的でない挙動を示す手段を備え、これにより前記パラメーターの1つを検査し、そして標準的でない挙動に回答して補正するようにしたことを特徴とする熱交換システム。

15. 前記応答手段は出力信号を発生し、この出力信号を使用してポンプ装置の出力を変更して、処理剤およびトレーサーを導入する速度を変更する請求項14に記載のシステム。

16. 前記トレーサーの特性は光度計でサンプルを照明することによって発生した放射エネルギーである請求項15に記載のシステム。

17. 前記トレーサーは蛍光であり、そして前記サンプルを石英のシリンダーの形態のフローセルに通過させ、前記シリンダーは照明されて蛍光性トレーサーを励起し、その放射率を測定し、そして電圧値に変換する請求項16記載のシステム。

18. 前記標準の濃度はppm トレーサーの前以て決定した作動範囲内にあり、前記電圧の標準値はその範囲を規定する前以て決定した低い電圧値と高い電圧値との間の範囲であり、前記モニターは、低い設定点に到達したときに出力信号を発生してポンプ装置の出力を増加し、そして高い設定点に到達したときに増加したポンプ装置の出力を中止する信号を発生する請求項14に記載のシステム。

19. 前記ポンプ装置は、前記処理剤およびトレーサーの投与量の主要部分を供給するように絶えず作動するメインポンプ、および残りの投与量を供給するように前記信号により制御されたトリム

ポンプからなる請求項18に記載のシステム。

20. 前記アナライザーはフローセルを含み、前記フローセルは冷却水のオンストリームのサンプルが通過するサンプルライン中にあり、

バイパスラインおよび関係する弁を備え、これらはフローセルへのオンストリームの水のサンプルを拒否し、且つ拒否したサンプルを転向させて循環水系へ戻して、洗浄および校正の達成を可能とし、

洗浄水および引き続いてゼロパーセントの校正水を前記フローセルに通過させると同時に、前記装置をゼロパーセントの処理剤に校正するラインを含み、

オンストリームの処理のための100パーセントの標準の投与量を表す定量された投与量の処理剤およびトレーサーを前記フローセルに通過させるとともに前記装置を校正するラインを含む、請求項14に記載のシステム。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は循環水、特に処理剤の濃度に影響を及ぼす未知の水収支源を有するかも知れないクーリングタワーにおける循環水、に添加される処理剤の挙動を連続的にオンストリーム監視する装置に関する。

〔従来の技術及び発明の課題〕

クーリングタワーを使用する工業用水冷却システムは通常、冷却効率を低下させる腐蝕、スケリング（水垢付着）その他の侵蝕要因を防止する化学的処理剤を必要とする。

従来、化学処理には検査の容易な酸や各種重金属を用いるのが通例であった。これらの化合物はその応用範囲が広く、かつその広範囲にわたって有効であった。このため、処理作業は比較的楽であった。

1988年の時点では、工業用冷却水の化学処理は以前と比べはるかに複雑化している。すなわち、

偏流、オーバーフロー、漏れ、冷却以外のシステム水の使用により未知水量を損失する。また多くの大プラントにおいては極普通に行なわれていることであるが、各種の外部水流（プロセスから出る濃縮液、浮浪流出等）を処理するのに規制もないままにそれらをクーリングタワーに戻している。これらの変数はいずれも未知の水収支となるものである。

こうした経験や、使用している各種処理化合物に対する正確で信頼できる検査を産業が開発できないことから見て、処理剤の挙動を測定するには高度の技術が要求される。

こうした状況で、システム内に存在する生成物（処理剤）の量の測定可能な指標として容易に使用できる物質を発見するために、かなりの規模の研究プロジェクトが創設された。その1つのプロジェクトを開示しているのが米国特許出願第019,454(出願：1987年2月26日)である。

本発明は上記のように連続的監視装置（計測装置）に関するものであるが、処理剤(ppmA)と比例

環境に対する人々の関心が高まるにつれて、それまで用いられて来た重金属に代って、有機物類、アクリルアミド類、アクリレート類、有機リン酸塩類、トリアゾール類等が用いられるようになった。幸いならざるはこれらの新しい処理剤がどれも検査が難しいことである。更に状況を悪くしているのが、これら物質の実質上全てが最適に性能を発揮させるには極めて厳密な操作を必要とすることである。

こうしたジレンマを解決するべくこれまで様々な方策がこうじられて来た。また、検査、冷却システムへの補給分あるいは排出分に応じた薬品の比率供給等を簡略化する努力について全て調査したが、全体として不足していることが判明している。

クーリングタワーへの薬品の精密添加を自動化するための試みもそのほとんどは、こうしたシステムに固有の未知の変数や未知の水量変化のために挫折している。蒸発速度は周囲湿球温度の変化と共に変わり、またクーリングタワーも風の影響、

して添加されるトレーサーの濃度(ppmT)をその計装によって分析するので複雑な化学の背景技術にも本発明は関連する。

トレーサーは何らの変化を伴わずに排液処理システムの中で搬送され得るものでなければならぬ。実用的には、処理剤は消費されることになる。処理剤の実効が理論的性能（仮定の消費率）に合致すれば、処理剤に対するトレーサーの割合は高くなる。

このように、生成物または処理剤の性能の指標の役割を果たすトレーサーはいくつかの基準値を満たすものでなければならない。

まず、選ばれた薬品は連続的あるいは半連続的に検出可能でなければならない。また濃度測定は正確かつ反復可能であり、しかも多くの相異った水（すなわち、清浄水、濁水、硬水、軟水、等）に対して実施できるものでなければならない。

第2に、トレーサーとしての物質は工業冷却に用いる水に有意の量ですでに存在するものであってはならない。

第3に、トレーサーの検査は冷却水の中に通常存在する他の化合物により妨害あるいは偏向されるものであってはならない。

第4に、トレーサーはポリアクリル酸、ポリ(アクリレート/アクリルアミド)共重合体、アクリレート/アクリルアミド/アミノメタンスルホン酸、アクリレート/メタクリル酸/ト-ブチルアクリルアミド、1-ヒドロキシエタン-1、1-ジホスホン酸、2-ホスホノブタン-1、2、4-トリカルボキシル酸、ナトリウムトリドアゾール、等の、処理薬品自体の活性成分の効能を低下させるものであってはならない。

第5に、トレーサーは処理剤と共に添加する必要があるところから、トレーサーに選んだ物質は調合、貯蔵、凍結融解、等について上記のような活性成分(処理剤)との相溶性をもつものでなければならない。

最後に、トレーサーは毒性をもっていたり、排出時にいかなる環境問題も呈するものであってはならない。理想的には、トレーサーに使用する物

質は完全に生分解され得るものでなければならない。

クーリングタワーにおいて使用する現地の水が化学的に極めて複雑であることは、本願出願人達の援助下で行なわれた実験室分析に供された500種以上の代表的現地サンプルの数学的合成から理解されるところである。表Iは平均値を示す。

表 I

パラメータ	濃	度
Ca	650	ppm
Mg	200	ppm
NaCl	200	ppm
SO ₄	30	ppm
pH	8.5	ppm
HCO ₃	300	ppm
CO ₃	20	ppm
Fe	1.0	ppm
Mn	0.1	ppm
Cl ₂	0.25	ppm
NH ₃	3	ppm

Zn	1.0	ppm
SS*	20	mg/l
PO ₄	10	ppm
Na	150	ppm
モリブデン酸塩	10	ppm
K	2	ppm

* 懸濁固形物

〔発明の目的〕

従って、本発明の主目的は循環水に含めた処理剤と共に定量的に使用する水溶性トレーサーを、連続的にオンストリーム監視する装置であって、フローセルとコンパレータ(評価手段)とを含んでおり、このコンパレータによってフローセル内のトレーサーの濃度に等しい電圧を、処理剤の標準性能を示す、コンパレータ内の標準物の電圧と比較して、標準外と見做される電圧差で電圧出力(信号)を生じさせ、この信号でポンプを制御して、フローセル検出器の出力電圧が標準値に復帰するまで供給処理剤を増減すると共に供給

トレーサーの量をその増減につり合わせるシステムを提供することにある。

本発明の他の目的は給水システムをリアルタイムに連続的に診断し、瞬時異常を真のエラーから弁別し、定常状態の処理剤性能をその給水システムに回復させるに要する時間を計測することができるようにすることにある。

本発明のまた別の目的は連続的な長期使用の後計測装置を時々校正できる手段を給水システムに内设し、特に先ずフローセルを他から隔絶し、次にフローセルを洗浄し、次にそのフローセルを校正した後計測装置を連続的オンストリーム監視のために再び元に戻すことにある。

〔不活性トレーサーの挙動についての導入説明〕

処理剤を添加すべき液体に関連するシステムにおいては、その処理剤の適正な供給速度と濃度とを維持することが、冷却水が一過的に循環させられるあるいは間断なく再循環する、特にクーリングタワーまたは循環給水システムにおいて最適挙

動を得るのに重要である。処理剤の供給速度や濃度が適正でないとき深刻な問題が生起する。例えば、処理剤の濃度が正しくないと、冷却用およびボイラー用の給水システムの熱交換面にひどい腐蝕および／または沈澱物形成が急速に起る。処理剤濃度を評価する1つの方法は、処理配合物（例えば、ポリマーの水垢防止剤、リン酸塩あるいは有機リン酸塩）中の活性成分レベルを測定することである。この方法では十分でないことが多いが、その理由は下記の問題のいずれかによる。すなわち、

(a) システムの液体あるいはその液体に含まれる物質によるバックグラウンド干渉、(b) 分析方法において使用する装置が大きいかつコスト高であること、(c) 時間を要し、しかも人手がかかるため、従来の分析は連続監視とは両立し得ないこと、(d) システム内の活性成分の劣化または沈澱により検出しが不正確となることである。

処理剤供給速度を決定する別の方法は、配合物またはシステムに特に金属イオン（例えば Li^+ ）を添加することである。この方法によれば劣化／

析出やバックグラウンド干渉の問題を避けることができる。しかし、低いトレーサー・レベルの定量は、高価格の装置や時間のかかる検査方法に関連した問題を大きくするのが普通である。これに加えて考慮すべき要因として、トレーサーのコストや環境と、そのトレーサーを使用できるか否かがある。例えば放射性トレーサーの場合、極めて低いレベルでも検出できるが、一般には高価であると共に環境および健康の問題からこれを使用することができない。

一般にまた上記トレーサーに比べられるものとして、例えば蛍光トレーサーの如き不活性な水溶性トレーサーの濃度をトレーサー濃度と計測器レスポンスとの関係を示す校正曲線から直接求めてppm(部／百万)～ppt(部／兆)の濃度範囲で値を得ることができる(第1図参照)。

これに加えて、現在では、適当なスペクトル特性もしくはイオン活動特性を有する複数のトレーサーを選択して使用できる。このようにして例えば数種のトレーサーと数種の処理剤とを各種組合

わせたものを給水システム内で定量できる。例えば、各自単一のトレーサーを含む4つの個々の処理と2つのトレーサーを含む1つの追加処理とを給水システム内で使用できる。この場合、5つの処理の各トレーサーと、対応する個々の濃度とを各々定量できる。多重組合せの処理供給物の定量できると共に、液体システムによって劣化されずあるいは同システム内に析出しない、しかも低コストの環境上受容れ可能な水溶性化合物を利用できる。本明細書においてはこれを不活性トレーサーと称するが、これはシステム装置にまたシステム内の全ての化学品に対して不活性であり、従ってこのトレーサーはほとんど損なわれずかつ変えられることなくシステム中を移動する。本明細書に示すトレーサーはいずれも実用的分析化学の要件である10%以下の損失を満たしている。このため下記が可能である。

(a) 1種類もしくはそれ以上のトレーサーの、液体システムへの直接添加。

(b) 1種類～6種類（あるいはこれ以上）のト

レーサーの、その他の成分を含む化学処理組成物への混入、この処理は液体システムの適正運転を維持するために同システムに適用される。

(c) 1または複数トレーサーを含む1～6種（あるいはそれ以上の）の化学処理剤の、液体システムまたはこのシステムへ導びかれる液体供給物中への直接添加。

(d) 液体システム内における個々のトレーサーの濃度が1ppt～100ppm、好ましくは1ppb～10ppm、また最も好ましくは10ppb～2ppmとなるようなトレーサーの添加。

全てのクーリングタワー・システムにおいては、連続的オンストリーム運転時に、システムの高温プロセス側からエネルギーが再循環冷却水によって抜きとられる。これを第2図に示す。この熱伝達効率を維持するために、クーリングタワー中の再循環水を蒸発冷却することによりエネルギーが除かれ、また熱交換面は清浄に保たれる必要がある。冷却水の蒸発(E)により、冷却システム内の懸濁分解固形物が濃縮される。濃縮率(CR)

なる術語はシステム内の分解懸濁物の高いレベルの目安である(式1参照)。

$$CR = \frac{\text{冷却水中の塩類の濃度}}{\text{補充水中の塩類の濃度}} \dots (\text{式1})$$

固形物の析出および熱交換器表面の腐蝕は最も一般的に生じる問題である。冷却水システムには高度に過飽和したスケール生成塩類が含まれているのが通例である。システム全体を通じて(特に金属製の熱交換器において)見られる固形物の析出はスケール防止剤を含んだ化学処理剤を添加しない限り生じることになる。金属製熱交換器や給水ラインの腐蝕を防止するために、化学処理剤は通例、腐蝕防止剤を含有する。化学処理剤の供給速度が高すぎても低すぎても熱交換器やシステム全体を通じて著しいスケール付着や腐蝕が起り得る。

分解懸濁固形物のレベル、システム内液体の合計量(V_T)および化学処理剤の濃度は、水の経済的使用、効率的熱伝達、冷却システム全体のダウンタイムの最短化、低運転コストを得るために

特定の値の間に維持することが極めて重要である。濃度比(CR)を受容できる範囲内に維持するには、含有不純物濃度が高い水をシステムから除去(一括的に「ブローダウン」(B)と称する)して、含有不純物濃度の低い水と入れ換える(一括的には「補充」(M)と称する)ことが必要である。上記各値E・B・M・CRは天候、工業プラントの運転条件、補充水の質により変動し得るのである。これらの因子はすべて互に関係し合っており(後述)、これらの因子のいずれか1つが変化しても、その他の運転条件をそれ相応に変化させてそのつり合いをとらなければならない。

$$B + M = E \quad (\text{式2})$$

$$CR = M / B \quad (\text{式3})$$

冷却水システムの力学的運転条件に加えて、他の有意な変数および未知の因子に普通に直面する。例えば、ブローダウン水(B)を冷却システムから種々の方法で除去することができ(式4)、この実施は実際には性質が変動し、そして不明確である傾向がある。事実、非常に大きい体積の水の

増加、ならびに損失の源が未知であるか、あるいは定量出来ないという、主要な問題が存在する。水が冷却水システムから特別に送られる速度は、「再循環水のブローダウン」(B_s)と定義され、そしてその速度でさえ大きい体積の水の測定が実際には困難であるために常には正確でないことが知られている。さらに、再循環水の不明確な量(説明されないシステムの損失)は、工業プラントの他の領域において使用されるべき冷却水システムから共通的に除去され、「プラントのブローダウン」(B_p)として定義される。水は大量に多くの異なる目的にかつ異なる時間に抜き出され、これは処理剤の正しい投与量を投与に責任をもつ監督者に知られていない。1つの場合において、他の例として、1つのクーリングタワーから大きい体積のブローダウン水が他のクーリングタワーへ供給されていることは知られていなかった。これらは補充またはブローダウン体積のようなシステムのパラメーターの監視を基準にして、処理剤の投与量を調節することが、なぜ無意味であるか

のよい例である。

再循環水の漏れ(B_L)およびクーリングタワーからの液滴のドリフト(ミスティング)(B_m)は、また、説明されないシステムの損失を付加する。同様な場合は補充水を使用するとき起こることがあり、ここで合計の補充水の速度(M)は補充水が特別に再循環中に送られる速度(M_s)と他の源から液体が由来する速度(M')との組み合わせである。この場合の複雑さは、等式2~5を考慮することによって理解できる。

$$B = B_s + B_p + B_L + B_m \quad (\text{式4})$$

$$M = M_s + M' \quad (\text{式5})$$

冷却水システム中への化学的処理剤の供給速度は、通常、 M_s または B_s についての推定値に基づき、これは化学的処理剤の濃度に関してかなりの不明確さが存在しうることを意味する。冷却水システムの運転条件が変化するとき、化学的処理剤の供給速度を調節すべきである。それらの調節は、冷却水システムをいかに注意して監視および制御するかに依存して、実施することができるか、

あるいはできない。供給速度を調節するときでさえ、冷却水システム内の化学的処理剤の濃度 (V_r) は、一般に、前記変化にゆっくり応答することができる (式6)。

$$t = (V_r / B) \ln[1 / (1 - x)] \quad (\text{式6})$$

ここで、 t = 変化が起こるための応答時間、 x = 濃度の変化% (デシマル) である。

例えば、 1×10^6 ガロン、及び 300 ガロン/分の合計のブローダウン速度を含有する代表的システムを考慮する。処理剤の供給速度を 50 ppm から 100 ppm に増加する場合、その変化の半分 (処理剤濃度の 25 ppm の増加) のみを達成するために 38.5 時間を要し、ここで他の変動または変化がこのシステム内で起こらないと仮定する。 V_r の非常に大きい値および B の小さい値について、日または週で測定することがある。他の場合において、変化は急速に起こることがあり、例えば、システムの意図的な (または不注意の) フラッシングである。したがって、システムのすぐれた制御および監視を維持することが重要である。

定にとどまる場合、処理剤の添加および除去 (再循環水のブローダウンおよびシステムの損失による) は平行となるであろう (第3図A)。化学的処理剤の濃度およびその成分は、理想的には、未変化にとどまるべきである。しかしながら、その場合は決して起こらない。時間が進行するにつれて (第3図B~C)、追加量の亜鉛およびリン含有化合物は析出および金属表面上の保護フィルムの形成および化学的/生物学的分解のプロセスのために再循環水から失われる。また、運転条件の変化 (ブローダウンの速度、濃度比、および生成物の供給速度など) は処理剤の成分の濃度に影響を及ぼす。不活性トレーサーを使用しないとき、再循環水の分析は処理剤の成分のあるものの現在の濃度を測定することができるが、処理剤のものと供給速度を直接示すことはできない。不活性トレーサーを使用して処理剤の供給速度および濃度を定量することは、現在の水処理のプログラムへの価値ある付加である。

第3図は、また、化学的処理剤中の他の成分の

定量すべき他の有意な運転のパラメーターは、保持時間の指数 (HTI)、すなわち、システム内の化学種の半減期 (50% の変化) の測度である (式7)。

$$HTI = 0.693 (V_r / B) \quad (\text{式7})$$

厳格な運転条件下に、HTI を最適化して、運転コストを大きくしないで、化学的処理における成分の可能な劣化を減少することが重要である。

すべての運転の制限および不明確さのために、化学的処理剤の濃度を急速に決定しかつ連続的に監視する必要性は明らかである。不活性なトレーサーを化学的処理剤へ添加することは、すべての前述の未知の、不明確に知られている可変の運転条件の精確な決定を可能とする。

第3図は、分子レベルで時間の関数として水処理のプログラムの作業を明らかにする。濃縮した化学的処理剤 (1種または2種以上の成分を含有する) を再循環する冷却水中にゆっくり供給し、ここで処理剤を急速に希釈し、そしてシステム全体に分布させる。冷却水システムの運転条件が一

析出にかかわらず、不活性トレーサーの添加が処理剤の効能および供給速度の精確な決定を提供することを示す。例えば、処理剤 (また、「生成物」または「処理剤」と呼ぶ) を仮定すると、供給速度は 100 ppm であった。析出が熱交換器上に起こった場合、リン含有種の 40% が再循環水から失われることがあるが、トレーサーは上に定義した実際の分析的意味において失われないであろう。合計のリン濃度は、処理剤の 60 ppm のみが存在することを示唆するであろう。トレーサーは、100 ppm の処理剤が添加されたこと、および処理剤の 40 ppm により供給されたものに等しいリン含有成分の損失量が析出していたことを示す。処理剤の活性成分の損失速度の決定は、処理剤の効能の直接の測度である。

要約すると、多くのシステムの重要な特性 (合成の体積、ブローダウンおよび補充速度、保持時間の指数、処理剤の供給速度など) は、不精確に知られている可変の、時には、予測不可能な性質をもつ。それらの因子に関する知識の欠乏は、冷

却水システムの全体を通じた、重大な析出および腐食の問題に導くことがある。とくに、処理剤プログラムの過剰／不足の供給または冷却水システムの不適切な運転は、処理剤の成分の有意の損失を生じ、そして冷却水システム内の熱伝達に悪影響を及ぼすことがある。さらに、水処理のプログラムは、通常、調節された、または毒性の物質（例えば、亜鉛イオン、リン酸塩、またはクロム酸塩）を含有する。処理剤の過剰供給は危険であり、そして工業的場所を水の排出および待機への排出に関する政府の制限を満足させることを困難することがある。不活性トレーサーの使用は、冷却水システムの特性および処理剤の供給速度および濃度を所望の範囲内に、精確に決定し、連続的監視し、そして制御する、高度に望ましい手段である。

前述の仕事を達成するためのトレーサーの有効な使用が達成された。パイロットのクーリングタワーの試験は、処理剤の配合物においてトレーサーを使用するという概念および可能性を明瞭に実

証し、そしてフィールドテストは現実のシステムにおけるトレーサーの応用可能性を証明した。

試験は、工業的冷却水システムを模擬するように設計したパイロットのクーリングタワー（第2図）において実施した。再循環水、化学的処理剤の供給、析出物の形成および熱交換器上の腐食、ブロウダウンおよび補充、およびタワー充填物からの蒸発的冷却のようなプロセスはすべて含まれる。この実験室の有意の特徴は、別の直接の測定により確証することができる。

パイロットのクーリングタワー試験からの結果は、第4図に要約されている。単一の水の処理剤を使用し、そしてこれは2種類の蛍光性トレーサー〔2-ナフタレンスルホン酸のナトリウム塩（2-NSA）およびアシッド・イエロー7色素（BAY8G）〕、ポリマー（スケーリング抑制剤）、有機リン化合物（スケーリングおよび腐食抑制剤）、およびアリアルトリアゾール（黄銅の腐食抑制剤）を含有した。蛍光性トレーサーの各々は、個々のトレーサーを励起するための光の広く分離した波

長により、およびトレーサーの各々について広く分離した波長における蛍光の放射を観測することにより、第5図に線図で示した方法に従い、個々に定量した。処理剤の希薄溶液(100ppm)を参照標準として使用し、そしてトレーサーおよびリン含有種（合計のリン含量）のすべての濃度を、等価配合物濃度として表す。

前述の配合物中のアリアルトリアゾール腐食抑制剤は蛍光性である。しかしながら、2-NSAおよびBAY8G トレーサーの励起および蛍光の放射の観測のための光の波長の適切な選択は、アリアルトリアゾールによる潜在的妨害を回避する。個々の蛍光性トレーサーの定量に関しかつ他の蛍光性化合物からの妨害を回避する、下に横たわる原理は第5図に示されている。

パイロットのクーリングタワーのシステムに、52ℓの合計の体積に基づいた配合物の192ppmを最初に投与した。アシッド・イエロー7および2-NSAの最初のトレーサーの読みは、190ppmおよび186ppmがパイロットのクーリングタワーのシス

テム中に装入されたことを示し、これらは、それぞれ、52.5ℓおよび53.1ℓのシステムの体積値に相当する。トレーサーの結果は、内部的に一致し、そしてシステムの体積の精確な測度を提供した。

パイロットのクーリングタワーの最初の40時間の運転の間、ブロウダウンのポンプを停止し、そして再循環水を1（補充水）の濃縮比から4の値までの蒸発により濃縮されていた（等式1参照）。その時間の間、クーリングタワーからのドリフトはこのシステムからの再循環水の唯一の損失であり、そして蛍光性トレーサーの各々のレベルにおける小さくかつ等しい傾斜を起こすであろう。この応答は精確に観測されたものである。40～48時間の間、再循環水のブロウダウンを使用して一定の濃度比を維持し、そしてブロウダウンが起こったときはいつでも、処理剤をシステム中に供給した。それ自体、蛍光性トレーサーの各々の濃度における小さくかつ等しい増加はその時間の中に、場合に応じて、観測されるであろう。48時間の間および試験の完結のとき、処理剤は、システムの

ブローダウンが起こったときはいつでも、112ppmの平均の速度で供給した。その時間の間、トレーサーの各々のレベルは等しい、指数関数的減少

(式6参照)を行い、そして最後に、約190時間後、112ppmに近づく濃度で安定した。190時間から試験の終まで、トレーサーの各々の濃度は、パイロットのクーリングタワーの運転条件における変動(例えば、ブローダウン速度、濃度比など)に反応して、比較的小さくかつ等しい増加または減少を行うことがある。蛍光性トレーサーの各々について予測される挙動は、精確に、パイロットのクーリングタワーの試験の全体を通じて観測されたものであった(第4図)。

蛍光性トレーサーのレベルより予測された再循環水における処理剤供給速度を合計のリン濃度と比較すると、これらのトレーサーのよりすぐれた制度および処理剤の効能を決定するそれらの能力が実証される。190時間後、合計のリン濃度は75~86の処理剤の濃度を示し、これに対してトレーサーは処理剤のレベルが平均110ppmであることを

示した。それらのレベルの差は、熱交換器管上への処理剤の有機リン化合物の析出から生ずる。トレーサーのレベルと合計のリンレベルとの間の差は、処理の有効性の直接の測定である。なぜなら、それは活性なリン含有成分のいかに多くがシステム内で析出、劣化および腐食のプロセスから失われつつあるかを定量するからである。活性な処理剤成分が損失しない運転するシステムにおいて、合計のリンおよびトレーサーのレベルは、すべて、ほぼ同一の処理剤濃度を示す。

パイロットのクーリングタワーの試験が完結したとき、熱交換器管からの固体の析出物を除去し、そして分析した。析出物の高い形成速度測定され(54mg/日)、これに対して35mg/日は最大の許容されうる限界であると考えられた。析出物の合計のリン含量は10.4重量%(オルトリン酸塩として)であり、そして、前述したように、有機リン含有処理剤成分の析出と一致する。高いスケーリング速度にかかわらず、検出可能な量(<0.003重量%)のBAY8Gまたは2-N S Aのいずれも観測

されず、これはそれらの蛍光性トレーサーの不活性な非吸収性を実証する。

工業的システムにおいて、フィールドテストを厳格な条件下に次のように実施した。

(a) 合計のシステムの体積は不精確に知られており、そしてブローダウン速度は不正確に測定された。

(b) 長い保持時間の指数および大きい体積の再循環水。

(c) 熱交換器管上の高いスキニング温度。

(d) ある区域で経験した冷却水の低い流れ。

(e) 粒状物質の中程度の存在。

(f) 濃度比の有意な変動。

(g) システムは表面上のトレーサーの吸着および析出についての可能性を最小とするために予備処理されていなかった。

(h) 再循環水の高い平均流速(約 1×10^7 ガロン/日)。

研究したシステムは、高い温度のプロセス側面流体を冷却するために使用するクーリングタワー

を含む、複雑な(しかし典型的な)再循環水システムであった。しかしながら、そのクーリングタワーおよびシステムはちょうど、エネルギーは熱交換により1回通過のあるいは再循環する動く重量で抽出される工業的方法で使用したものであった。再循環水の抜き出しまたはブローダウンの多数の点が存在し、そして、同様に、補充水のいくつかの源が可能であった。

最初に、処理のプログラムは固定した腐食抑制剤(Zn^{+2} および無機/有機のリン化合物)から構成され、ポリマーのスケーリング抑制剤(システム内におけるスケーリング塩類および腐食抑制剤の析出を防止するため)を冷却水システム中に供給した。第1の処理剤はフィールドテストを含有せず、そして処理剤の供給速度はブローダウンポンプからの流量計の読みに基づいた。再循環水の分析は予測しない程に低い亜鉛、リンおよびポリマーのレベルを明らかにした。その時点において、処理剤の低いレベルが処理剤成分の析出/劣化、劣った分析結果、または処理剤の低い供給速度の

ためであるかどうか知られていなかった。システムの運転特性を定量化し、そして化学処理剤が機能的に劣っているかどうかを決定することが必須になった。

観測される化学処理剤の成分の低いレベルについての理由を決定するために、不活性蛍光性トレーサの2-ナフテンレンスルホン酸のナトリウム塩(2-NSA)を次の試験において使用した:

試験A-「スラグ(slug)供給およびダイアウェイ(die-away)」の研究、システムに添加した既知量の塩化リチウムおよび蛍光性2-NSAを使用する二重のトレーサの組み合わせを用いる(第6図参照)。

試験B-既知量の2-NSAを、実施例1において前述したように、処理剤配合物に添加した(これはシステム中にゆっくり供給した)。

2-NSAの蛍光性トレーサは、水中の他の成分と反応性でなく、そして前述の許容された分

析し限界下にシステムの装置といかなる方法においても結合または析出することができないという意味において、冷却水システムに対して不活性である。こうして、蛍光性トレーサは循環するシステム全体を通じて浸透する、明確な変化しない実在物として残ることができるので、トレーサは冷却水システムの処理剤の供給速度および特性の真の指示体である。

「スラグ供給およびダイアウェイ」の研究(試験A、第6図)は、システムからの再循環水の合計の除去(ブローダウン+システムの漏れ+不明のシステムの損失+冷却水のドリフト)および冷却水システムの合計の体積を決定するための古典的手順である。既知量のトレーサを添加し、そしてそれがシステムに浸透した後、その濃度を測定することによって、合計のシステムの体積を定量的に測定することができる。 Li^+ は「スラグ供給速度およびダイアウェイ」研究における不活性の非吸収性トレーサとして従来使用された。しかしながら、リチウムは使用が非常に高価であ

り、連続的に監視することができず、そして定量的分析は原子吸着または放射分光光度計を必要とし、そしてリチウムの有意の前以て存在するバックグラウンドはあるシステムにおいて存在する。2-NSA蛍光性トレーサは Li^+ に匹敵する結果を提供するが、 Li^+ に比較して非常に少ない量(1/6の質量および1/30のコスト)を必要とした。さらに、冷却水システムにおける2-NSAの定量的分析(2-NSAの参照溶液との蛍光放射の比較による)は、リチウムのAA(原子吸収)より非常に簡単でありかつより急速である。さらに、2-NSAの有意の前以て存在するバックグラウンドは工業的応用場所において直面しなかった。2-NSAのスラグ供給および「ダイアウェイ」研究は、次の面を明瞭に実証した。

(a) 2-NSAは不活性トレーサとして働き、研究する工業的冷却水システム内で測定可能に吸着されないか、あるいは前記システムによる劣化しなかった。

(b) システムからの再循環水の合計の除去は、

ブローダウンの流量計の測定から示されるより40%高かった。差はプラント内で使用される冷却水の前に不明の損失に原因があることにつき留められた。

(c) 処理剤成分の低い濃度は、処理剤プログラムの失敗ではなく、冷却水システムからの従来未知の損失による、低い処理剤供給速度の結果であった。

(d) システムの合計の体積(1.6 M gal)、再循環水の合計の除去(370 gpm)、および保持時間の指数(50時間)は、2-NSAにより精確に定量化され、そしてリチウムを使用した結果と一致した。

また、2-NSA蛍光性トレーサを含有する処理剤配合物の使用は、配合物が所望のレベルの約70%のみで供給されていたことを実証した。

Zn^{+2} およびリンの分析は、処理剤濃度が所望の値の70%よりなお低いことを不正確に示唆した。処理剤配合物中に2-NSAを含めると、次のことが明瞭に実証された。

(a) システムからの再循環水の合計の除去は、

再循環水のブローダウンのポンプ上の流量計により示されたものより非常に高かった。

(b) Zn^{+2} およびリンの分析は、適切に実施されず、誤った低い結果を与えた。

(c) 処理剤成分の低いレベルは、効果的に機能するための配合物の失敗からではなく、低い処理剤の供給速度から生じた。

したがって、処理剤のプログラムの供給速度を増加して、システムからの再循環水の追加の損失を補償した。

多数の蛍光性トレーサーが存在し、これらは2-N S AまたはBAY86の代替物として同等の性能であることができ、それらの濃度はppt(部/兆)からppm(部/百万)までの範囲のトレーサーのレベルで定量的に測定することができる。それらの蛍光性トレーサーは、記載された液体のクラスの1種または2種以上から選択した、水、有機溶媒、無機溶媒または溶媒の混合物中で可溶性であることができる。それらのトレーサーは、また、光により励起され、そして蛍光性光の放射を生成する

物質のクラスから選択することができ、ここで励起および放射光は遠紫外～近赤外のスペクトル領域(200～800nmの波長)内の任意の点において起こる。1種または2種以上の蛍光性トレーサーの組み合わせを、また、他の蛍光性物質と組み合わせて使用することができ、ただし他の成分からの励起光の吸収および蛍光の放射が蛍光性トレーサーからの光の放射の検出を妨害してはならない

(第5図参照)。蛍光性トレーサーは、また、他の化学物質、不活性担体とともに、および前述の非蛍光性トレーサーと一緒に使用することができる。

したがって、蛍光性であることができると同時に、蛍光の放射の分析的測定の間を使用することができる系または液体の動作液体中に溶解または存在することができる任意の物質は、システムの装置および化学に対して不活性であるかぎり、蛍光性トレーサーとして働くことができる。

液体系中で蛍光性トレーサーを定量的測定するために蛍光測定を使用することは、他の追跡分析

と比較して、次のような特別の利点を有する。

(a) ほんの非常に小さいパーセントの有機化合物は有意な程度に蛍光を発生するので、非常にすぐれた選択性。

(b) 十分な数の化合物は蛍光性であるので、いかなる特定の系についても、トレーサーを最適な性能(例えば、スペクトルの性質、溶解度、化学的不活性、低い毒性など)のために選択することができる。

(c) トレーサーは極性の溶媒(例えば、水およびアルコール)から非極性の炭化水素溶媒までの範囲の、有機および無機の液体系の広い範囲において使用することができる。

(d) 非常にすぐれた選択性が得られる。なぜなら、第5図に示すように、2つのスペクトルのパラメーターを変化させ、そして最適にすることができる(トレーサーを励起するために使用する波長および観測する蛍光の放射の波長)からである。

(e) 励起光の波長および蛍光の放射の波長の適切な選択は、他の蛍光性物質の存在下でさえ、1

種または2種以上のトレーサーを個々に定量する能力を提供する(第5図)。

(f) 高度に複雑な装置を必要としないで、pptまでに低い検出限界をもつ、例外的な感度。

(f) トレーサーの適切な選択は、システムの運転条件(例えば、pH、温度、溶解した塩類、特定の物質など)のために、蛍光の放射における変化に対して非常にすぐれた抵抗を提供する。

第1図において、実線は観測値を表す。破線は理想的条件を表す。垂直軸は励起下の相対的放射%(%em)である。トレーサーは記号Tである。すべての時間において、濃度(ppmT)は、ppmとして取った、mg/lで与えられているが、ここに識別する蛍光性トレーサーはppb(部/十億)に対して感受性である。

第2図において、アルファベットの記号の大部分は前に定義した。CAは処理剤の成分(例えば、リン化合物、亜鉛化合物など)を表し、pHはpHの制御に使用する酸の溜を表し、そしてGはpHおよび導電性を測定する装置を表す。他の計装は明ら

かに存在することができる。

第3図において、処理剤の成分(CA)は、P(リン含有化合物；例えば、スケーリングおよび腐食抑制剤として、有機リン化合物)；Zn(亜鉛イオン)およびP'(これはポリマーのスケーリング抑制剤を表し、また、処理剤成分の1つである)である。「キャップした(Capped)」記号は析出物を表す；xおよびyは分画の量である。B'はシステムからの液体の総合的不明瞭な損失($B_p + B_L + B_D$ など)を表す。

第4図において、Pは第3図におけるのと同じの意味を有し、Tは第1図におけるのと同じの意味を有し、そしてppm=トレーサーおよび合計のリン含量の分析から計算したシステムにおける濃度。

第5図において、ダッシュ曲線は放射スペクトルであり、そして実線は吸収スペクトルである。左の垂直軸は相対的放射(%em)であり、そして右の垂直軸は吸収を表し、2種類のトレーサーAおよびBを対照させる。BKはバックグラウンド

の干渉である。第5図が示すように、励起光の波長について選択した値(λ_{ex} および λ_{ex}' 、ナノメートル(nm)、水平軸)について、お互いの存在下の2つのトレーサーについての放射光の波長について選択した値における放射%は認識可能に異なり、そして各々は存在しうる(そうでなければ)干渉性蛍光性化合物(バックグラウンド)と認識可能に異なる。

この標題の下にデータはグラフサンプルに基づき、前述の米国特許第 号に開示およびクレームされている、システムの性能を検査するために不活性トレーサーを使用する効能および信頼性を確立し、後述する連続的監視およびフィードバックの制御を生ずる。

〔実施例の説明〕

本発明における、トレーサーを連続的に監視し、そして処理剤の添加を制御する装置は、4つの主要な構成成分からなる。

(1) トレーサーのオンストリームの特性から、

処理剤に添加されたトレーサーの分析に基づいて、どれだけ多くの生成物(処理剤)が冷却水システム中に存在するかを調べるためのフローセルを含むセンサーまたは検出器。このセンサーまたは検出器はその分析に対応する電気信号を発生する変換器を含む。

(2) フィードバック・コントローラー(モニター)。このモニターは処理剤供給ポンプに接続された出力を、変換器からの電圧信号により表された、クーリングタワー中の処理剤の濃度のオンストリーム分析結果と、処理剤の基準の挙動を表す標準電圧との比較に依存して、活性化または不活性化する。

(3) 時間の関数として処理剤の濃度の記録を発生する出力記録装置またはその他のレジスター。

(4) システムの水および設定量の溶液をフローセル中に向ける弁およびすべての関連する電気回路。

このシステムの例が、第2図よりも簡素化されて、第7図に示されている。補充水およびブロー

ダウン水の源は示されていない。いずれの源も3または4×100 ガロン/分であるか、あるいはこれより大きいことができ、そして誤差(未知の源からの)は100ガロン/分であるか、あるいはこれより大きいことができる。これらの水量の膨大さは、時間の基準に制限してさえ、容易に認識することができる。生成物のリザーバ22は、冷却のために使用する循環水中に供給(ポンピング)される、比例した処理剤およびトレーサーを含有する。ポンプ24のための連続的測定、監視およびフィードバック制御のための装置は、参照数字26で表されている。制御ライン28は、装置26が標準的でない挙動を検出したとき、信号を受けるであろう。この信号はポンプの出力を変更するため、すなわち、処理剤および比例したトレーサーの投与量を変更するために、いくつかの同等のポンプ機能の1つのために使用することができる。例えば、可変速度のポンプの速度を変更するか、あるいは可変容量ポンプの場合には容量を変更することができる。他の選択として、システムが2つのポン

プを含むことができる。一方のポンプは一定に動作して（非制御）処理剤およびトレーサーを、例えば、所定量の80%で供給する。他方のポンプは、差（20%）を補充するトリムポンプであり、そして制御ライン28を経て制御される。

システムが動的に安定（オンストリーム）であるとき、冷却に使用する水のサンプルをタワーのベイスン（または目的に応じたその他の適切な位置）から採取する。このサンプルはサンプルライン30（導管）を通して流れてアナライザー26のフローセル中に入り、ここで存在するトレーサーのオンストリーム濃度が処理剤の消費の標準値または基準の挙動を表す標準値と比較される。処理剤の濃度はトレーサーの濃度の定量により示され、これはもちろん処理剤濃度に一致する。事実、処理剤の濃度はトレーサーの分析によるリアルタイムベースで測定される。

サンプルライン30はサンプルをベイスンに戻す。比較結果が標準的でない挙動を示す場合、制御信号がライン28に発生し、そして基準の挙動に到達

するまで、処理剤の投与率（トレーサーの比例した量を伴う）を変更する。標準的でない挙動は知らない間に補充水が大きく付加されたことによることがあり、処理剤を希釈するので、投与量はスケーリングおよび／または腐食を抑制するためには十分でない。標準的でない挙動は知らない間にブローダウンが大きく損失したことによることがあり、これにより処理剤の投与量は著しく低下される。

挙動を測定するための標準はシステムの因子の過去の知識に基づき、これらの因子は不純物の濃度、腐食またはスケーリングに対して保護すべき管の領域、水の体積および水の流速を包含する。このような因子を使用すると、処理剤の投与量を計算することが可能である。作動因子（パラメーター）、特に処理剤により抑制すべき不純物の濃度が誤っている場合、標準的でない挙動は、予期しない水の体積または水の流速の変化によるものではなく、計算を間違えた投与量のためであることがある。いずれにしても、本発明の装置は、す

べての作動パラメーターが正確に知られているときには投与量を補正することによって、あるいはシステムの不備を直すことによって作動パラメーターの知られざる誤りを特定して、クーリングタワーの水のシステムへの処理剤の投与量を精確に調節することができる。

第8図にはこのような装置のフローダイヤグラムが示され、第9図には回路図が示されている。正常な作動状態では、水はクーリングタワーのベイスン31から圧力調整器32、電磁弁34-4（常時開）を通過し、そして逆止弁36を通過して、アナライザー26に通じるサンプルラインへ行く。戻りは電磁弁34-2（常時開）、他の逆止弁38を通り、そしてクーリングタワーのベイスン31へ戻る。圧力調整器32は、アナライザー26への圧力が常にその最大定格値より低いことを保証する。すべての水の接続は逆止弁を組み込んでいて、設定流量の溶液中への水の逆流を防止する。

アナライザー26は、25psi の流れ圧力の定格を有する、ターナー・デザインズ・モデル・フルオ

ロメーター10（カリフォルニア州マウティンビュー）という蛍光計を使用している。この蛍光計は2 cmの直径、2インチ（約5 cm）の長さのフローセルの利点を有し、サンプルの流れの詰まりを排除し、そして、また、大きい蛍光強度を有し、蛍光はセルの長さに比例する。概して、大きい通路長さ、および紫外線（UV）領域の励起および検出をもつ、いずれの蛍光計をも使用することができる。しかしながら、蛍光計は、好ましいが、下に詳述するように、トレーサーのためのアナライザーの1つの例に過ぎない。

校正を望むときには、第9図に示されるバイパススイッチSW-1を作動させて電磁弁34-1（常時閉）を開き、一方電磁弁34-4を閉じ、こうして水の流れをクーリングタワーのベイスン31からアナライザー26を迂回してバイパスライン44および現在開いている電磁弁34-1を経てそらす。同時に、電磁弁34-2は閉じかつ電磁弁34-3は開く。

校正の準備において、スイッチSW-2によっ

て常時閉の電磁弁34-7を開くことによって洗浄ラインを開き、アナライザー26の蛍光計のセルを洗浄する。洗浄ラインは局所的補充水のサンプルまたは新鮮な水へ接続されており、重力落下による供給ライン46であることができる。

ほぼ2分間洗浄した後、洗浄スイッチを開き、電磁弁34-7を閉じる。電磁弁34-1・34-2・34-3および34-4は「バイパスを開いた」状態にとどまる。ここで校正を行うことができる。

0%の校正スイッチSW-3を作動させ、電磁弁34-5（常時閉）を開く。電磁弁34-2は閉じたままであり、そして電磁弁34-3は開いたままである。0%の校正溶液が蛍光計のセルを通して重力によって流れる。次いで、蛍光計のインジケータースケールのノブを調節して（第10図参照）、ゼロの読みが得られるようにする。次いで、0%の校正スイッチをオフにする。電磁弁34-5を閉じる。それからフローセルを再び洗浄する。計器のフルスケール校正は、100%のスイッチSW-4を作動することによって実施する。これは電磁

弁34-6（常時閉）を開く。次いで、蛍光計のリードアウトダイヤル上の第2ノブを調節して、フルスケールの読みが得られるようにする。校正を完結するために、100%のスイッチをオフにし、再びフローセルを2分間洗浄し、次いでバイパススイッチSW-1をオフにする。ここで装置は、トレーサ濃度の等価として取った処理剤濃度の連続的オンストリーム監視のために準備された。スイッチSW-5を閉じてポンプ24を運転し、そしてスイッチSW-6を閉じて記録装置（電位差計）を作動させ、これによりリアルタイム基準で処理剤濃度の連続的プリントアウトが得られる。スイッチSW-7を使用してアナライザーに電力を供給する。ここで、インジケータースケールのダイヤルを0%～100%の表示にセットすると、後述するように、記録装置ならびにモニターは調節されることを述べることができる。

動作の各々の間の電磁弁の位置の要約を、表Ⅱに記載する。番号は電磁弁の添字部分のものを示し、○は開状態、×は閉状態を示す。

表 Ⅱ

動 作	1	2	3	4	5	6	7
蛍 光 計	×	○	×	○	×	×	×
バ イ パ ス	○	○	×	×	×	×	×
洗 浄	×	×	○	○	×	×	○
0 % 校 正	×	×	○	○	○	×	×
100 % 校 正	×	×	○	○	×	○	×

蛍光計を含むアナライザー26は、システム中に存在する処理剤の量に対応して0～5ボルトの出力（DC）を出す。これは後述する変換器を含む。処理剤の供給量は、モニターMNによって出力されるフィードバック信号により制御され、このモニターMNはアナライザーの出力電圧に従うものであり、蛍光計からの電圧信号がHI設定点を越えるか、あるいはLO設定点に低下するとき、アラームリレーを作動させる。

モニターは、例えば、マイティー・モジュールモデルMM1020型DCインプット・デュアル・リミット・アラーム(Wilkerson Instrument Co.、フ

ロリダ州レイクランド) である。このモニターのモジュールのリレーは必ずしも処理剤供給ポンプに電力を供給するために十分な電流を提供するとは限らないので、ラッチング・リレーLR（第9図）を回路中に含める。処理剤のレベルがLO設定点以下に低下したとき、LOリレーは生かされ、次いでこれはラッチング・リレーを生かし、次いで電力は処理剤供給ポンプが接続されている電気出力へ供給される。電気出力は、生成物のレベルがHI設定点を越えるまで、生かされたままであり、この場合において、モニターMN上のHIリレーは生かされ、こうしてラッチング・リレーは第9図に示すようにリセットされ、これは供給ポンプ24への電力を中断する。0～5ボルトDC変換器に連絡する1つのコイル（図示せず）はすべてのリレーの接点を制御する。他のフィードバック制御装置（アナログ、例えば、これ、またはデジタル）を使用することができる。

前述したように、記録装置が含まれているので、時間の関数として生成物濃度のハードコピー

を得ることができる。記録装置は、好ましくは、チェッセル 300 型 (0-5 V DC 入力、Chessell Corporation、ペンシルベニア州ニュートン) である。なぜなら、その入力インピーダンスは蛍光計のそれ (3900 オーム) と一致するからである。記録装置への入力は蛍光計により提供される 0-5 ボルト DC 信号である。

連続的監視のための装置の概略が、第 10 図に概略的に強調された縮尺で示されている。フローセルは参照数字 40 で表示されている。それは上に記載した直径を有する石英のシリンダーである。フローセルは光源 42 により放射され、フローセルの 1 つの側面に向けられた紫外線に対して透明である。光源から 90° の角度で変換器 45 が存在し、これは蛍光性トレーサの放射を 0-5 ボルトに変換し、この放射は濃度とともに変化する。紫外線はサンプルを 290nm の波長で励起し、そしてその放射は、上に同定した好ましい蛍光計を使用して、330nm において読まれる。

ダイヤルインジケータ 46 は変換器 45 の出力ボ

ルト (0-5 ボルト DC) に応答して、処理剤 (トレーサ同等物) の濃度を観測できるようにする。それぞれ前述の 0% の校正 (処理剤なし、トレーサなし) および 100% の校正 (完全な処理剤) 主導的にセットされた、2 つのノブ (46 A, 46 B) を有するのはこのダイヤルである。

処理剤濃度のハードプリントアウトのための記録装置は、参照数字 48 で示され、アナログ (連続線) 基準でアナライザー中に含まれる変換器 45 の要素のボルト出力 (0-5 ボルト DC) に応答する。

最後に、HI・LO ラッチング・リレー接点を有するモニターは、変換器 45 の出力電圧と接続され、実際には処理剤の濃度を評価する。この評価が標準値と好適に比較されない場合、モニターは制御信号をポンプ 24 を制御する制御ライン 28 へ伝える。典型的な現場の条件は 200ppm の処理剤を必要とする。0% の校正の間、ノブ 46 A を使用してダイヤルの針 (46) をゼロにセットし、そして処理剤およびトレーサの標準の溶液を使用して較

正するとき、ノブ 46 B (100%) を使用して 200ppm に等価値を読むようにダイヤルの針をセットする。

冷却水における多少のバックグラウンドの蛍光の存在は避けられない。トレーサの投与量はこの干渉を克服するために十分強力であるべきであり、そしてこれに関して、典型的バックグラウンドの干渉は上に同定した蛍光性トレーサについて 10% 以下であり、これはバックグラウンドが古典的な分析化学に従う干渉レベル以下であることを意味する。

このシステムを精確に最適または標準のトレーサ値、この実施例において 200ppm、において運転することは実際的でないか、あるいは不必要でさえある。こうして、モニター (LO・HI) における設定点は 190/210 として選択し、そしてこれらの値は比較のための標準を表す、すなわち、測定されたオンストリームトレーサ放射のボルトアナログはモニターの設定点と比較される。モニター MN における対応する LO・HI ボルトの範囲は 2.4/2.6 であることができる、すなわ

ち、モニターが 2.4 の LO ボルトを検出するとき、ポンプの速度を増加する制御信号が放射され、これは 2.6 ボルトの HI 値が検出されるまで続く。アナライザーの応答は長期間の使用後ドリフトすることができ、時々再校正を要求し、第 8 図および第 9 図に示す独特回路により容易に実施され、バイパスへのオンストリームの切り換え、洗浄への切り換え、0% 校正への切り換え、再洗浄、100% 校正への切り換え、再洗浄、次いで再び、190/210ppm の範囲と思われる規定または標準の、処理剤性能のオンストリームの監視へのもとへの切り換えを包含する。これに関して、前述のように、本発明におけるリアルタイム基準で連続的に監視するのは、一定の流れ下の、処理剤濃度であり、そしてある信頼できない断片化した作動パラメーター、例えば、水の増加または水の損失、またはグラブサンプルの平均ではない。こうして、目盛定めは、計装のいずれをも除去しないで、かつサンプルの流れの動きを妨害しないで、これをバイパスライン 44 に単にむけて、達成される。

温度の補正

装置を室温の水道水（システムの補充水に等しい、例えば、14.4℃（58℉））を使用して校正するが、このシステムをかなり高い温度（例えば、27.7℃（82℉））で運転する場合、校正は比較のための標準である正しいppmを示さないであろう。詳しくは、装置が14.4℃（58℉）で校正されて200ppmの生成物（処理剤）を読むが、冷却水システムは27.7℃（82℉）でオンストリームである場合、アナライザーは実験誤差を越えた許容され得ない誤差である200ppmの代わりに、167ppmを示すであろう。

この誤差の機会はいくつかの方法で補正することができる。1つの方法は差についての補正する、校正プロットを使用することである。なおよりよくは、校正溶液が容器内にあり、校正ラインに重力により供給される（第8図）ので、溶液をオンストリームの温度に加熱することができる。

使用するトレーサーのための温度補正（蛍光強度 = CFI の変化）の式は、

$$CFI = -0.32 (T^{\circ}C) - 0.8$$

により温度範囲60° ~ 115° について与えられる。この補正はなお他の方法で取り扱うことができ、すなわち、マイクロプロセッサのチップおよび熱電対をアナライザーの回路に加え、これによりオンストリームの蛍光の強度は上の等式に従い比較を行う。

事実、装置はその全体においてマイクロプロセッサにより制御されるので、第8図および第9図に関して上に説明した校正のために、多数の弁操作およびスイッチ操作を手動で実施する必要がない。これを達成するための1つのマイクロプロセッサユニットはOPTP 22 (Huntington、カリフォルニア州) である。このようなプロセッサを使用すると、メイン開閉スイッチ、操作ボタン、校正ボタン、0%校正ボタンおよび100%校正ボタンを使用することが必要であるだけである。前述の温度の補正はOPTMUX プロセッサチップにおいて具体化される。

比色計または分光光度計（ロードミンWTに対

して応答性）を蛍光計およびその関連単位装置の代わりに使用することができる。なぜなら、アナライザーのすべての3つの部分はトレーサーのスペクトル特性を電気信号に変換し、ここで信号の出力は、例えば、存在するトレーサーの濃度と関係する電圧値であるからである。蛍光計は照明下の光の放射の強度を測定し、分光光度計と同様に、比色計は吸収を測定する。すべてはここでフォトメーターと見なし、各々は、電磁（光）輻射により、トレーサーを励起し、フローセルを通して流れ、そして連続的基準で、光の放射または光の吸収を電気アナログ出力（例えば、ボルト）に変換する。

実験例（第8図～第11図）連続的蛍光モニター／フィードバック制御装置の第1の型

パイロットのクーリングタワーを使用した実験室の実験後、装置を化学プラントで評価した。この場合は、大きい成功をもたらし、次の結果が得

られた。

(a) 化学品（処理剤）のプログラムの制御の劇的な改良。改良されたプログラムを得る結果になった。

(b) 過剰供給の排除による、化学品プログラムのコストの有意の正味の減少。

化学プラントは1986年に非金属の処理剤のプログラムの使用を開始して、2つの潜在的に危険な化学物質、硫酸および気体の塩素の使用を排除しようとした。pHの制御の実施を必要としない、ポリマーの処理剤および有機リン酸塩を選択することによって、硫酸を排除した。アルカリ性のpH範囲において有効である、固体臭素に基づく殺生物剤のプログラムと気体の塩素を置換した。

臭素に基づく殺生物剤の置換はまさに開始から成功したが、有機リン酸塩のポリマーの抑制剤はタワーのオペレーターによりよく受け入れられなかった。運転の開始段階におけるこの生成物についての試験は、沸騰手順による消化、および精確さおよび試薬の各々の添加後の時間を消費する待

機を要求する、いくつかの発色工程を包含した。さらに、この手順を首尾よく実施することが困難であるために、試験の結果はしばしば疑わしかった。時には、試験結果が示す供給速度の調節は時間の基準で実施されなかった。なぜなら、試験の実施において、その試験は誤りであり、タワーへの実際の化学的供給速度ではないと推定されたからである。

有機リン酸塩に基づく抑制剤の濃度の定量に関連する困難のため、運転の人員によるよりはむしろ品質確証実験室による、毎日の水試験の実施を有することが決定された。この工程は試験結果の反復性を改良したが、発見された範囲外の試験条件とそれが作用しているときとの間の時間の期間に明確な「遅延」を付加した。

プラントの人員は抑制剤の試験手順における改良の必要性を示唆したとき、われわれの計装を提案し、プラントにおける実験室の人員は、処理剤構成成分よりはむしろ、冷却水中のトレーサーのレベルを測定することにより生成物のレベルを決

定することができた。トレーサーの分析は、冷却水システムのサンプルを分析セル中に単に入れ、そしてそれを瞬間的に読むことによって達成された(30秒のグラフサンプルの手順)。これは、発色工程における多数の試薬の沸騰および添加を包含する、従来の25~30分の有機リン酸塩の手順からの有意の改良であった。

合理的な試験期間(22日)のため、グラフサンプルのトレーサーの試験およびグラフサンプルの正規の生成物の試験(合計のリン含量)の両者を、反復実験のサンプルについて2回の分析により実施した。2つの試験の間にすぐれた相関関係が存在したので(第11図参照)、工業的プラントの管理は通常のプラント制御の試験として蛍光性トレーサーの方法に切り換えることを決定した。第11図において、実線はトレーサーのグラフサンプルである。破線はプラントにおける品質確証実験室による精密定量(リン酸塩)分析である。

試験は大きく簡素化されかつ精度は大きく改良されたが、冷却システムの運転のパラメーターの

変動のため、処理のプログラムの精確な制御が問題であり続けた。早期に集めたデータは63ppm程度に高くそして8ppm程度に低い読みを示したが、所望の規格限界は35~45ppmであった。取ったすべての読みの完全に58%は、冷却システムの運転における変動性のために、高い側または低い側のいずれにおいても、範囲外であった。

これらのデータを分析したとき、処理剤濃度の連続的監視およびフィードバック制御の必要性(トレーサーの方法による)が明確に明らかだった。データの統計的表示はわずかに0.129のプロセス能力比(PCR、 $PCR \geq 1$ であるべきである)および $\pm 13\text{ppm}$ (または $\pm 32\%$ の相対誤差)の標準偏差を示した。データの正規分布曲線(ヒストグラム)は、例外的に広い曲線を示し、明確なはずれは範囲外の低い読みに向かった(第18図)。

第1の関心は装置の統合性であるため、処理剤濃度についての範囲外の低い読みは完全に許容され得ないと考えた。処理剤化学の適切なレベルを提供できないことは、生産速度および生産の効率

の両者にとって禁物である、加熱伝達装置の汚れおよびスケーリングを生ずることが知られている。

存在する制御プロセスの不精確さが与えると、冷却水システムからのグラフサンプルの分析により維持されるとき、規格の限界(照準の点または標的)を上昇することを評価して、化学物質の最小レベル(35ppm)が常に存在することを保証するために何が要求されるかを決定した。統計的分析により、プラントの冷却水システムの制御において存在する広い変動性が与えられると、化学処理剤は64ppmとして、時間の99.73%を少なくとも35ppmに維持しなくてはならないであろうことを明らかにされた。これはかなりなコストで処理剤をかなり消耗することを表す。

「高くを狙い低くをヒットする」プログラムを実施する必要性は、本発明の連続的監視/フィードバック装置を応用して、フローセルにおけるトレーサーのレベルを自動的に感知し、そしてモニターからの要求する信号に回答して生成物の供給を調節することによって回避された。

最初に、計装を使用して化学的処理剤のレベルを連続的に監視し（時間0-140、第12図、その間、前述のように、品質確証からの試験結果の報告に回答して、化学物質供給ポンプを手動で調節することにより制御した。140時間後、装置は正しくかつ信頼性をもってタワー中に存在する処理剤の品質を読み、本発明の装置により連続的に測定される濃度に比較して、多数の実験室で試験したグラブサンプル（円、第12図）により確証された。相関関係はきわめてすぐれていた。第12図は、本発明により可能である生成物の供給についての厳密な制御の典型である。

次いで、本発明の装置をオンストリームに配置して、2つの化学品計量ポンプにより達成される、連続的リアルタイム基準で化学物質の供給を自動的に調節した。計算した化学的処理剤の要求量のほぼ50%で連続的に動作する基本供給ポンプ、およびライン28（第7図）からの制御信号を受け取る第2トリムポンプ、38ppm（下限の設定、LSL）でオンに設定され、そして48ppm（上限の設定、

USL）でオフに設定される。結果は完全に成功であった（第12図）。560時間（23日）にわたる間、アナライザー（第9図）は38-48ppmの範囲内で信頼性をもって生成物の供給を制御した。標準偏差はほとんど ± 12.9 ppm（第18図）からわずかに ± 3.2 ppm以上に減少した。この減少は第19図に示されている（96の読み、平均値44.458ppm、最大52、分38；35のLSL、45のUSL；シグマ3.225）。

要約すると、化学的抑制剤のレベルの制御は、入力および冷却速度の分析の要求の有意の減少をともなっており、ほとんど4倍改良された。装置は30日の評価全体の間非常によく働き、保守および校正の両者を必要としなかった。データの評価後の分析において、30%の化学的処理剤の節約が前述の「高くを狙い低くをヒットする」アプローチを使用するものと比較すると可能であり、このアプローチは生成物の過剰供給を生じ、すべての処理剤濃度の読みは35ppmの低い規格限界より上になることを保証するであろう。

連続的蛍光モニターのフィードバック制御 装置の第2型（第13図および第14図）

第2例の装置はマイクロプロセッサを含み、このマイクロプロセッサは自動的に装置の校正を制御し、そして蛍光の出力を調節して、冷却水の温度の変化を補正した。この装置は、前の装置において使用した電磁弁および逆止弁の代わりに、4つのモーター動作の玉弁を組み込んでいる。水の流れ線図は第13図に記載されている。通常の運転において、弁50-3および50-4（2方玉弁）は閉じている。弁50-1は、また、3方T分割弁であり、そして蛍光計から出る水をクーリングタワーのベイスンに向けて戻す。目盛定め順序は、装置のフロントパネル上の校正ボタンを押して、手動的に、あるいはユーザーが特定した間隔で、自動的に実施することができる。校正順序の間、弁50-1はクーリングタワーのベイスンから出る水を直ちにベイスンに向け、これにより蛍光計をバイパスさせる。弁50-2および50-4は、それぞれ、0%の目盛定めおよび100%の目盛定めを

実施するとき、開いている。

この装置において使用する回路は第14図に示されており、そして次の4つの主要な部分からなる。関連するメモリーをもつマイクロプロセッサ制御装置、ディジタル-アナログ変換器、アナログ-ディジタル変換器、および信号コンディショナー。装置において使用するマイクロプロセッサのシステムは、Opto 22（Huntington Beach、カリフォルニア州）による作られたOPTOMUXであり、ディジタルおよびアナログのブレインボードからなり、両者はLC4制御装置ボードに接続されている。アナログボードは蛍光計および温度プローブからの変換器の信号をマイクロプロセッサ中に入力できるようにする。チャート記録装置への信号は、また、このボードから由来する。最後に、電力を化学物質の供給ポンプに印加するモニターの設定点は、このボードを通して、Altec 4-20 mAの設定点の制御を経てマイクロプロセッサ中に入力される。

このディジタルブレインボードにより、マイク

ロプロセッサは、フロントパネル上のボタン（手動的目盛定めのため）を作動するときを決定することができる。さらに、デジタルボード信号のコンディショナー（API 4300 0～5ボルトDCの入力、4～20mAの出力）を使用して、蛍光計からのボルトの信号を4～20mAの信号に変換する。4～20mAの信号は工業的プロセス制御の計装においてより普通である、なぜなら、それは電気のノイズに対してより抵抗性からである。マイクロプロセッサおよび適当なボードに電力を加えるために使用する適当な電力供給装置（+5ボルト、+15ボルト）を、また、使用することができる。

装置（第13図）は、第1例の装置（第10図）と非常に同様の方法で動作する。化学物質の供給ポンプに電力を印加する電気出力は、温度の補正後蛍光計からの電圧信号により決定して、生成物がAltec 設定点の制御により特定されるモニターの設定点より低下したとき、生かされる。生成物が設定点+5%、LC4制御装置のメモリー中に記憶

されたプログラムにより特定される値を越えたとき、電気出力（制御ライン28）はオフにされる。

蛍光計からの信号は、マイクロプロセッサにより調節して、冷却水の温度を変化させる。分子の蛍光の強度は、通常、温度の増加とともに減少する。なぜなら、励起した分子が緩和することができる他の方法は、蛍光を除外して、より高い温度においてより可能となるからである。蛍光計を通して流れる水の温度は、蛍光計の直前に、流れの中に配置された温度プローブにより決定される。温度プローブ（RTD）を、熱電対の代わりに使用して、温度の決定において所望の精度を得ることができる。装置を校正する温度と冷却水の現在温度との間の差を決定し、そして適当な補正因子を蛍光計の信号に適用して、温度が補正された生成物の濃度を得る。これは、また、記録装置へ送られる信号である。

第14図において、次の単位装置が配線図中に含まれる。

玉弁: 50-1, 50-2, 50-3 and 50-4
 0-5VDC、4-20信号コンディショナー: 50-9
 5 VDC 電力供給装置: 50-10
 OPTO 0 AC5Q output: 50-11 4出力ノックアウト
 ックの1つ
 スイッチ PB1: 動作
 OPTO IDC 58Q, 4-16 VDC INPUT: 50-12
 注: C=共通
 OPTO PB16 HQ B1 ADDRESS 253: 50-14
 OPTO DAC 5Q: 50-16
 OPTO DAC 5Q OUTPUT: 50-17
 スイッチ PB2: 校正
 OPTO CIDC 5AQ, 4-16 VDC INPUT: 50-18
 OPTO ICD 58Q, 4-16 VDC INPUT: 50-20
 スイッチ PB3: 0% 校正
 OPTO DAC 5Q OUTPUT: 50-22
 スイッチ PB4: 100% 校正
 OPTO IDC 58Q, 4-16 VDC INPUT: 50-24
 OPTO DAC 5Q: 50-25
 OPTO DAC 5Q OUTPUT: 50-26

OPTO PB16HQ+B1 ADDRESS 252: 50-28

OPTO DAC 5Q OUTPUT: 50-29

OPTO DAC 5Q OUTPUT: 50-30

+15 VDC 電力供給装置: 50-32

+12 VDC 電力供給装置: 50-34

OPTO PB4AH+B2 OPTO RACKS

通信ターミナルを経て接続

OPTO AD1OT RTD INPUT: 50-41

温度プローブ: 50-42

OPTO AP3 4-20, 4-20 ma INPUT: 50-44

OPTO DA4 0-5 VDC OUTPUT: 50-46

ALTEC 4-20 SETPOINT CONTROL: 50-50

OPTO 4-20 ma DC INPUT (AD3)

LC4 CONTROLLER: 50-55

PIN L -- 接地

PIN M -- 0-5 VDC OUTPUT

LC4制御装置50-55は、アナログブレイン（B2）およびデジタルブレイン（B1）へ通信ターミナルを経て50-40において接続される。

比色計およびイオン選択電極

比色計または分光光度計を、前述のように、使用することができる。ブリンクマン(Brinkman)PC-801プローブ比色計(570nmのフィルター)を使用する概略的配置は、第15図に示されている。サンプルの溶液をフローセル62に入れ、ここで光学的繊維(デュアル)プローブ64が浸漬されている。1本の光学的繊維は輝いてプロセス液体を通るセル内の鏡66上に入射光を与え、そして反射した光はプロセス液体を通して光学的繊維のケーブルに、次いで、矢印で示すように、他のケーブルにより比色アナライザー単位装置へ送り戻される。比色計60は変換器を有し、そしてこの変換器はトレーサー濃度の反射光の特性の電気的アナログ信号を発生する。変換器により発生されたボルトは、ダイヤルインジケータ67および連続的ライン記録装置のプリントアウト単位装置68を活性化する。設定点のボルトモニター(示されていないが、前の実施態様におけるようなものである)は、比色計が発生するボルトのアナログを絶えず感知(監

視)し、そして標準でない性能が達成される場合、信号がライン28に送られて、それに応じて、化学処理剤を供給するポンプの供給速度を変更する。

イオン選択電極を使用して、その電極により発生した電気信号とトレーサーの濃度との間の関係により、不活性トレーサー(K^+ はより例である)の濃度を決定することができる。較正(電位または電流対濃度)により、サンプル電極におけるイオン濃度を、トレーサーのイオンに対して不感受性である参照(標準)電極に対して割り出すことができる。トレーサーを連続的に監視するために、電極を集散的にフローセルを構成する冷却水の流れ中に直接沈めるか、あるいはイオン感受性電極および参照電極が挿入されているフローセルに、冷却水を通過させる。

イオン選択電極システムを組み込んだフローセルの1つの例は第16図に示されており、これは参照電極72およびサンプル電極74および接地線76を含有する、PVC(ポリ塩化ビニル)のセンサーベースまたはモジュール70からなり、前記電極の

各々は銀/塩化銀の電極線を含む。これらの電極は電気化学的セルを構成し、そのセルを横切って K^+ であることができる選択したイオンの活性の対数に比例する電位が発生する。

8ピンのDIPソケット78を、標準のデュアルFET(電界効果トランジスタ演算増幅装置に配線する。再循環冷却水のサンプルをフレキシブルチューブ80により電極を横切って送る。トレーサーのイオンはサンプル(イオン選択的)電極のセル74にのみ浸透する。

こうして、FET演算増幅装置(デュアルMOSFET op amp)を第16図に示すようにフローセルに接続し、これにより参照電極とサンプル電極との間の電位の差が、増幅器(第17図)を使用して得ることができる。

ここで、第17図において、変換器は実際にはサンプル電極のイオノホア(ionophore)膜74Mであり、選択したイオンの活性(濃度)を弱いボルトに変換させ、このボルトは増幅されると、前の実施態様におけるように、設定点の間で監視するこ

とができる。

処理剤の供給速度を連続的に監視し、そして得られるフィードバックで制御する本発明の方法は、ちょうど述べたフィードバック制御に加えて、追加の診断的監視を可能とする。記録装置またはハードプリントアウト記録装置に従うことにより、異常、変則およびシステムの欠陥を容易に感知し、そして場合に応じて、補正することができる。第1日における性能の記録(システムを平衡化させた後)の検査は、例えば、10ポンドの処理剤の消費を明らかにし、これに対して第2日の記録は20ポンドを示すことがある(実施例を続けるため)が、それでも生成物の濃度はトレーサーの監視に基づいて一定に保持されていた。この規模の生成物の使用における発散は研究を要求し、そして研究は、単なる異常または変則ではなく、システムにおける重大な漏れの発生を明らかにし、水の損失の治療のための補正を要求するであろう。トレーサーの読みおよび生成物の使用に基づく性能の診断は、そうでなければ、例えば、ブラウダウ

速度の増加であり、そして補正はブローダウン速度の減少を要求することがある。

連続的監視の記録は処理剤の高いまたは低い濃度を明らかにするが、その短い期間は異常ではなく無視することができる。他方において、かなりの期間または連続的な高いまたは低い処理剤の相関関係は無視することができず、研究を必要とする。このような研究は数日の経過にわたってその日の同じ時間を考慮し、それについての他の監督者は説明のためのより良い記録を残すことができるであろう。

記録が考慮したよりも多少の処理剤の必要性を確立した場合、変化の速度を推定するか、あるいは異なる等式により計算することさえできる。なぜなら、プリントアウトは時間および濃度の両者の変化を確立するからである。こうして、生成物の供給速度の増減を推定または計算して、より容易にシステムを回復させて釣り合わせ、その後、供給の定常状態にすることができる。

単一の不活性トレーサーを使用して1組の処理

剤を監視することができ(1つはスケーリングのため、1つは腐食のため)、このとき2種類の処理剤を比例して供給する、例えば、1つの生成物があるポンプにより供給される第2生成物の速度は2倍で高速ポンプにより供給し、第2の供給速度は第1のそれに直接結び付ける(従属させる)ことができる。トレーサーは2種類の処理剤の1つに比例するので、本発明の定義により、他方に比例する。

本発明は、分析室で性能し、分析の報告を待ち、次いでポンプの制御装置のノブを手動的に調節する、グラフサンプルを採取する現在の実施より、かなりの利点を提供する。グラフサンプルは、最も良くても、平均して解釈しなくてはならず、そして解釈するとき、一部分本発明を特徴づける瞬間的リアルタイム基準の、現在の挙動より時間的に少し前の過去の挙動を表す。これは第11図、第12図、第18図および第19図から最も明らかである。これに関して、第18図および第19図における、縦軸は横軸(ppm)により表されるグラフサンプル値

を発見する頻度であり、そしてこれ単独から、これらの2つの図面における重なった正規の分布曲線により表される、意味ある平均の曲線を得るためには、いかに多くのグラフサンプルを発生させなくてはならないことを、認識することができる。比較して、再び理解されるように、第12図における狭い水平の帯は、標準の性能を表す上および下の設定電圧の限界との従属性を明らかにする。

それゆえ、本発明の好ましい実施態様を例示しかつ説明したが、特許請求の範囲の範囲内で変更および変化が可能であることを理解すべきである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は放射率と濃度との関係で蛍光トレーサー(T)の性能を示す曲線を示し、実線は観測値、そして破線は理論挙動を示しており、

第2図は水クーリングタワーの概略図、

第3図は時間の関数としてのトレーサーを含む水処理プログラムの稼動を示すダイアグラム、

第4図は水システムの処理プログラムに使用される2種類の蛍光トレーサーの曲線を示しており、

第5図は蛍光バックグラウンド(BK)における2種類の蛍光トレーサー(AおよびB)を選択的に測定する概念を示す曲線を示し、水平軸にはナノメーター(nm)単位で光の波長がとられており、

第6図は蛍光トレーサーの確度検査に用いるリチウム(摺み取りサンプル)の曲線を示し、

第7図は本発明の装置を設けた再循環水クーリング・システムの概略図、

第8図は本発明の装置のオンストリーム配置図、

第9図は第8図の装置の配線図、

第10図は第8図に示す本発明の装置のセットアップを示す概略図、

第11図はトレーサー値(実線)と定量分析値(破線)とを比較した反復実験のグラフ、

第12図は実際の摺み取りサンプル(点線)と比較される本発明の装置の代表的な連続モニター性能(実線)を示す現地実施統計グラフ、

第13図は本発明のもう1つの監視用連続フィードバック制御装置の水流れに沿って構成した構成図、

第14-1図から第14-3図は第13図に示す装置の配線図、

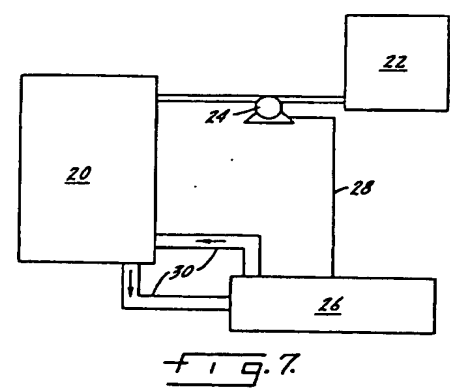
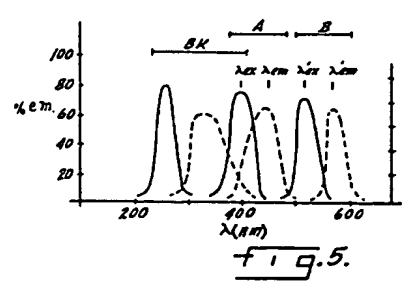
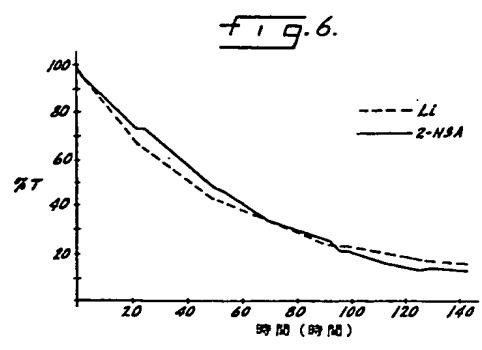
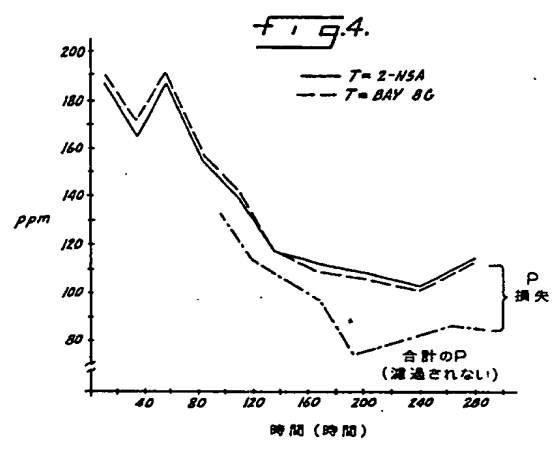
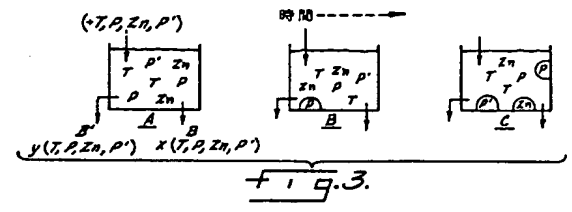
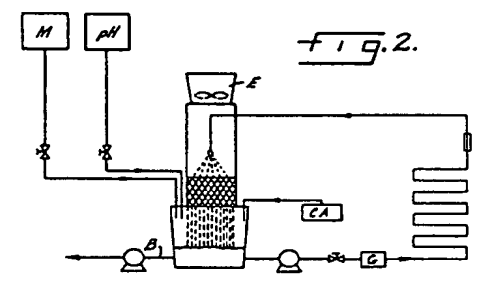
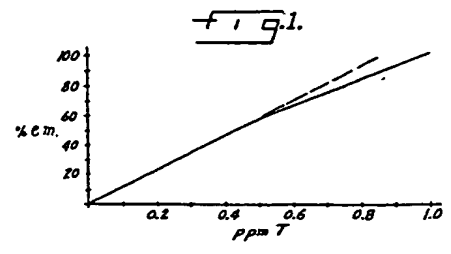
第15図は比色計を使用した本発明の装置の概略図、

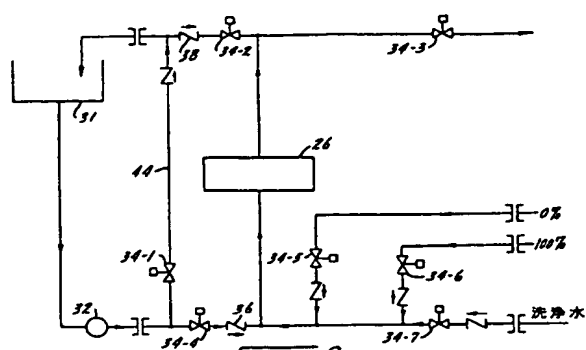
第16図は本発明の実施する際における選択的イオン電極の使用を示す細部断面図、

第17図はトランジスターに接続した第16図のイオン電極の概略図、

第18図および第19図はそれぞれ処理濃度値の分布を示すグラフである。

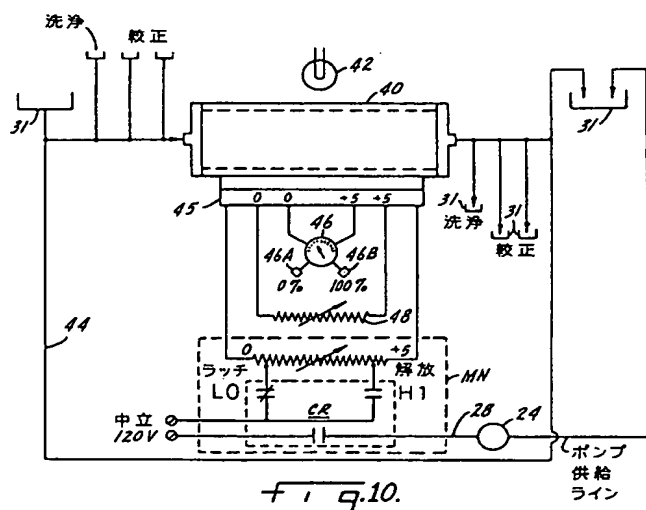
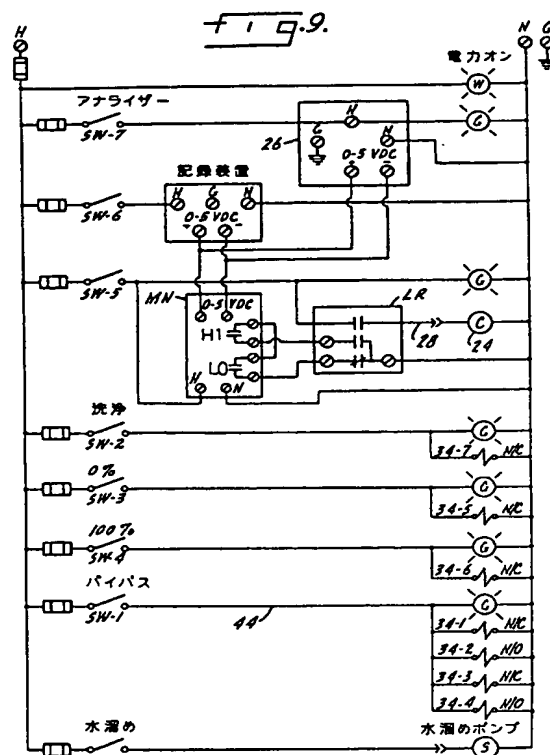
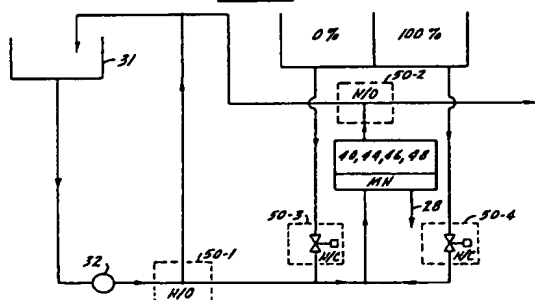
22…リザーバ、 24…ポンプ、
26…アナライザ。



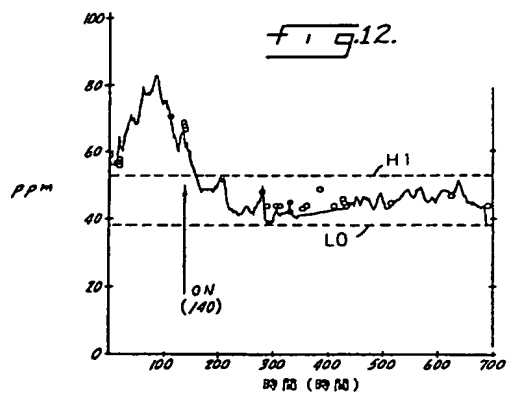
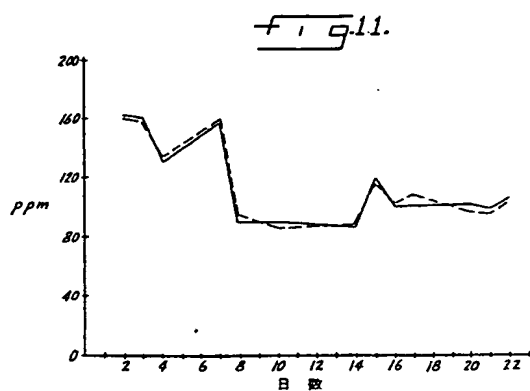


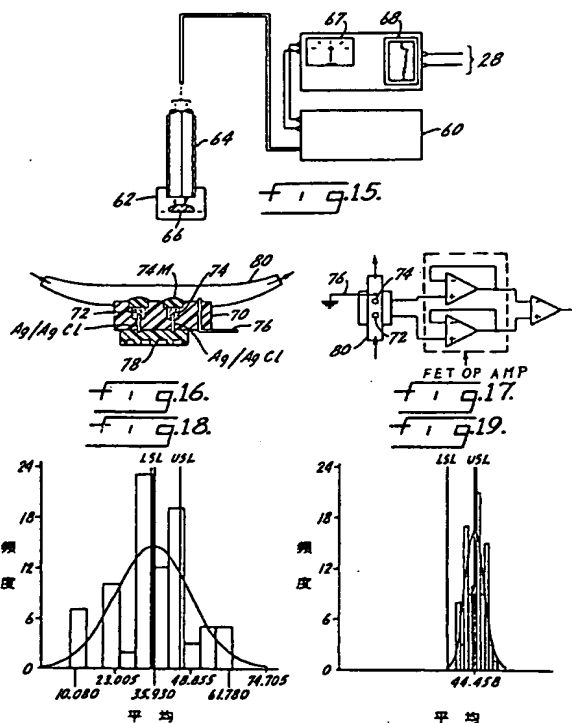
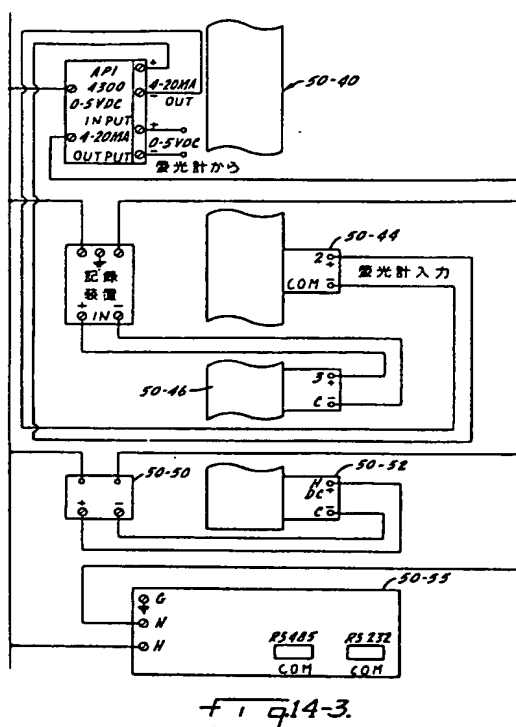
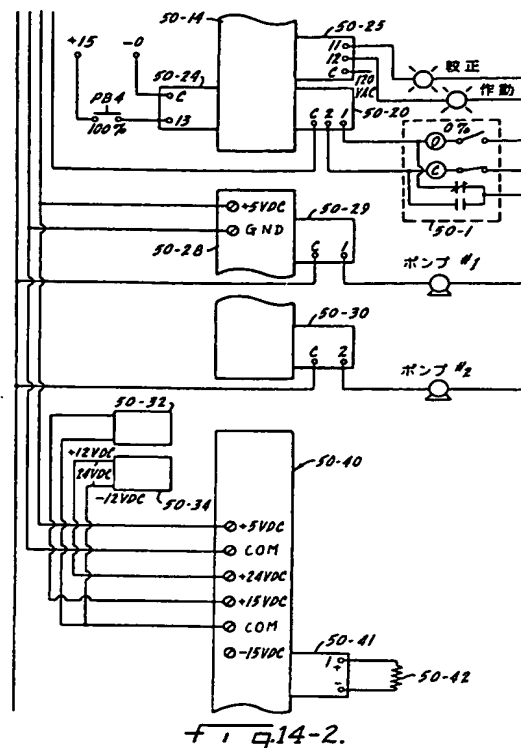
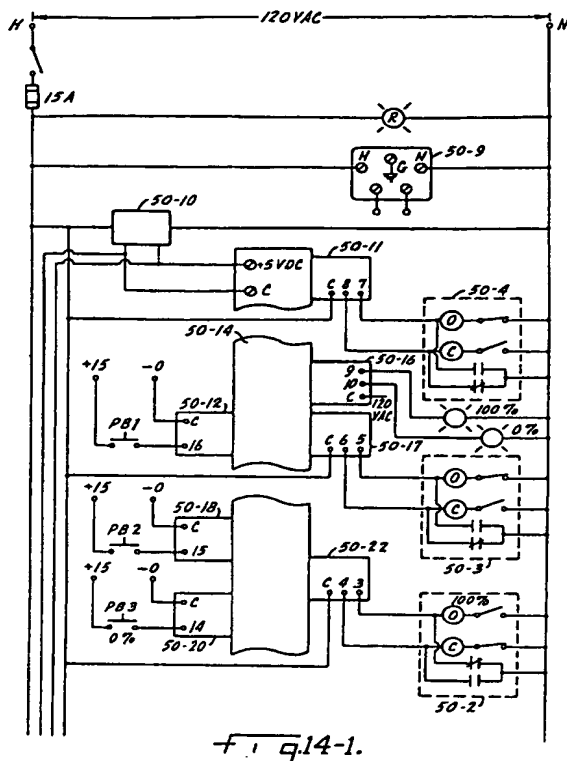
f 1 q. 8.

f, q.13.



7.9.10.





第1頁の続き

<p>②発 明 者</p>	<p>ジョン イー. フーツ</p>	<p>アメリカ合衆国, イリノイ 60174, セイント チャールズ, ランカスター アベニュー 1430</p>
<p>②発 明 者</p>	<p>ドナルド エー. ジョンソン</p>	<p>アメリカ合衆国, イリノイ 60510, パタビア, クレストビュー ドライブ 1110</p>